



# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO CON 5% DE PLÁSTICO RECICLADO QUE REEMPLAZARÁ A LA ARENA GRUESA PARA OBTENER UN CONCRETO  $F'_{C}=210$  KG/CM<sup>2</sup>, SEGÚN LA ACI 211. LIMA NORTE 2019”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Manuel Montenegro Hernández

**Asesor:**

Ing. Gerson Elías Vega Rivera

Lima – Perú

2019

## INDICE DE TABLAS

1. Tabla 1.1. Matriz Operacional.....	7
2. Tabla 2.1. Tamices para agregado grueso.....	12
3. Tabla 2.2. Tamices para agregado grueso.....	12
4. Tabla 2.3. Límite de gradación de agregado fino.....	13
5. Tabla 2.4. Límite de gradación de agregado grueso.....	14
6. Tabla 2.5. Graduaciones de la muestra de ensayo.....	20
7. Tabla 2.6. Graduaciones de la muestra de ensayo.....	20
8. Tabla 2.7. Resistencia de concreto proyectado a 28 días.....	22
9. Tabla 2.8. Granulometría de la arena.....	29
10. Tabla 2.9. Compuestos principales del cemento portland.....	31
11. Tabla 2.10. Porcentajes de intervención de óxidos.....	32
12. Tabla 2.11. Parámetros límite del agua para confección del concreto.....	34
13. Tabla 2.12. Comparativo de producción y reciclaje mensual de cemento, concreto y plástico a nivel nacional.....	43
14. Tabla 2.13. Consumo Mundial de Cemento, Concreto y Plástico Reciclado.....	44
15. Tabla 3.1. Análisis Granulométrico de Agregado Fino.....	47
16. Tabla 3.2. Análisis Granulométrico de Agregado Fino.....	48
17. Tabla 3.3. Ensayo de rotura y resistencia a la compresión de muestras de concreto hidráulico convencional con $f'c = 210$ kg / cm <sup>2</sup> .....	50
18. Tabla 3.4. Ensayo de rotura y resistencia a la compresión de muestras de concreto hidráulico convencional con $f'c = 210$ kg / cm <sup>2</sup> incluido 5% de plástico reciclado.....	50
19. Tabla 3.5. Dosificación de concreto convencional.....	51
20. Tabla 3.6. Dosificación de concreto experimental.....	51
21. Tabla 3.7. Dosificación kg/saco.....	51
22. Tabla 3.8. Prueba de normalidad.....	54
23. Tabla 3.9. Estadística de grupo.....	54
24. Tabla 3.10. Prueba de muestras independientes.....	55

## INDICE DE GRÁFICOS

1. Grafico 2.1. Uso granulométrico de agregado fino.....	13
2. Grafico 2.2. Uso granulométrico de agregado grueso.....	14
3. Gráfico 3.1. Curva granulométrica de agregado fino.....	48
4. Gráfico 3.2. Curva granulométrica de agregado grueso.....	49
4. Gráfico 3.3. Resultado Comparativo de Testigos de Concreto con Resistencia $F'c= 210$ Kg/cm <sup>2</sup> .....	51

## INDICE DE FIGURAS

1. Figura 2.1. Ubicación de Cantera Trapiche.....	38
2. Figura 2.2. Ubicación Laboratorio Tecnovías.....	39
3. Figura 2.3. Consumo Mundial de Plástico Reciclado.....	44
4. Figura 3.1. Clasificación de los tipos de rotura de concreto.....	52

## INDICE DE FOTOS

1. Foto 2.1. Cono de Abrams para ensayo de revenimiento.....	23
2. Foto 2.2. Cantera Trapiche.....	38
3. Foto 2.3. PET utilizado en las probetas.....	40
4. Foto 2.4. Preparación de las probetas de concreto.....	41
5. Foto 2.5. Medición de dimensiones de probeta.....	41
6. Foto 2.6. Pesado de probeta.....	42
7. Foto 2.7. Proceso de rotura de las probetas de concreto.....	42
8. Foto 2.8. Imagen de tipo de falla de las probetas de concreto.....	43
9. Foto 3.1. Probetas a ensayar de concreto tradicional y concreto con plástico reciclado.....	52

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE GRAFICOS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. <i>Problema General:</i>	2
1.2.2. <i>Problemas Específicos:</i>	2
1.3. Justificación	3
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i>	3
1.3.2. <i>Justificación Práctica</i>	3
1.3.3. <i>Justificación Metodológica</i>	4
1.4. Limitaciones	4
1.5. Fundamentos teóricos	4
1.5.1. Antecedentes	4
1.5.1.1. <i>A nivel nacional</i>	4
1.5.1.2. <i>A nivel internacional</i>	5
1.6. Objetivos	6
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	6
1.7. Hipótesis	6
1.6.1. <i>Hipótesis general</i>	6
1.6.2. <i>Hipótesis específicos</i>	6

<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>
1. Anexo n° 1. Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino por tamizado ASTM C136.....	60
2. Anexo n°2. Gravedad específica y absorción del agregado fino ASTM C-128.....	61
3. Anexo n° 3. Peso unitario de los agregados ASTM C-29.....	62
4. Anexo n° 4. Contenido de cloruros solubles NTP 339.177.....	63
5. Anexo n° 5. Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino por tamizado ASTM C136.....	64
6. Anexo n° 6. Gravedad específica y absorción del agregado fino ASTM C-127.....	65
7. Anexo n° 7. Peso unitario de los agregados ASTM C-29.....	66
8. Anexo n° 8. Contenido de Sales Solubles Totales NTP 339.152.....	67
9. Anexo n° 9. Contenido de Sulfatos Solubles Totales NTP 339.178.....	68
10. Anexo n° 10. Contenido de cloruros solubles NTP 339.177.....	69
11. Anexo n° 11. Diseño teórico de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	70
12. Anexo n° 12. Diseño teórico de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	71
13. Anexo n° 13. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos ASTM C39.....	72
14. Anexo n° 14. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos ASTM C39.....	73
15. Anexo n°15. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos ASTM C39.....	74
16. Anexo n° 16. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos ASTM C39.....	75
17. Anexo n° 17. Matriz de Consistencia.....	76

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es un análisis del desempeño con 5% de plástico reciclado que reemplazará a la arena gruesa para obtener un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, según la ACI 211. Lima norte 2019. Se pretende utilizar gránulos de plástico reciclado como agregado en la mezcla del concreto en sustitución de una fracción de agregados finos comúnmente utilizados (arena). De esta forma se presenta una alternativa para la sustitución de los agregados naturales por materiales reciclados, con el fin de crear un concreto económico y amigable con el medio ambiente, beneficiando a la población en donde predomine el plástico reciclado.

El proyecto de investigación se desarrolla, debido a la cantidad de residuos de material plástico, que se generan día a día, causando malestar en la población, por ello se busca minimizar la contaminación ambiental, ya que se estaría demostrando que estos residuos tendrían un buen uso en la fabricación de un concreto experimental, el cual a su vez podría ser muy bien utilizado, no solo en la costa peruana, sino en zonas con intenso friaje.

En primer se da a conocer la forma en que se puede obtener el plástico reciclado para la elaboración del mortero experimental, en esta parte se describen los procedimientos y tratamiento para el plástico obtenido.

Seguidamente se determina el porcentaje de plástico reciclado a utilizar para obtener un incremento en la resistencia a compresión de un concreto experimental, para ello se estudia diferentes dosificaciones y determina las características mecánicas de cada una de ellas, a la vez se realizarán varios ensayos para determinar la cantidad de porcentaje que se cumplirá para determinar todos los parámetros del material utilizando las normas peruanas, para finalmente comparar la resistencia de un concreto convencional y el concreto experimental fabricado.

**Palabras claves:** Concreto, plástico y diseño de mezcla.



## ABSTRACT

The objective of the present investigation is a performance analysis with 5% recycled plastic that will replace the coarse sand to obtain a concrete  $f'c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>, according to the ACI 211. North Lima 2019. It is intended to use granules of recycled plastic as an aggregate in the concrete mix replacing a fraction of commonly used fine aggregates (sand). In this way an alternative is presented for the replacement of natural aggregates by recycled materials, in order to create an economic and environmentally friendly concrete, benefiting the population where recycled plastic predominates.

The research project is developed, due to the amount of plastic material waste, which is generated day by day, causing discomfort in the population, so it seeks to minimize environmental pollution, as it would be demonstrating that this waste would have a good use in the manufacture of an experimental concrete, which in turn could be very well used, not only in the Peruvian coast, but in areas with intense friaje.

Firstly, the way in which recycled plastic can be obtained for the elaboration of the experimental mortar is disclosed, in this part the procedures and treatment for the obtained plastic are described.

Next, the percentage of recycled plastic to be used is determined in order to obtain an increase in the compressive strength of an experimental concrete, for this purpose it is studied different dosages and determines the mechanical characteristics of each of them, at the same time several tests will be carried out to determine the amount of percentage that will be fulfilled to determine all the parameters of the material using the Peruvian norms, to finally compare the resistance of a conventional concrete and the experimental concrete manufactured.

**Keywords:** Concrete, plastic and mix design

## **NOTA DE ACCESO**

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

## Referencias

- Avalos, G. (2012). *Efecto del contenido de sílice amorfa en la ceniza de la cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión en morteros de cemento portland y porosidad y absorción en concretos de cemento portland*. (Disertación de grado, Universidad Nacional de Trujillo - Perú). Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1215>.
- Costa del Pozo, A. (2012). *Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla*. (Disertación de grado, Universidad Politécnica de Cataluña - España). Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/16661>
- García, M. (2007). *Factibilidad de sustitución del agregado fino del concreto por fibras de termoplásticos y elastómeros reciclados*. (Disertación de grado, Universidad Simón Bolívar. - Perú). Obtenido de <https://docplayer.es/88044967-Universidad-simon-bolivar-decanato-de-estudios-de-postgrado-maestria-en-ingenieria-mecanica.html>
- Instituto Geofísico del Perú. *Sismos en el Perú*. Consultado el 12 de marzo del 2018. Obtenido de: <http://portal.igp.gob.pe/sismos-reportados-anualmente>
- Martínez, I. y Mendoza, C. (2006) *Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados* (Paper. Revista Ingeniería, Investigación e Ingeniería. México. D.F). Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S140577432006000300002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140577432006000300002)
- Mondragón, K. (2016). *Comparación entre el concreto convencional y el concreto con barita en polvo como sustituyente del agregado fino*. (Disertación de grado, Universidad Señor de Sipán - Perú). Obtenido de <http://www.pead.uss.edu.pe/handle/uss/2254>
- Mora, W. (2016) *Concreto Ecológico a Partir de Material PET, Vidrio y Tapas de Bebidas Refrescantes y Alcohólicas* (Paper. Revista Ambiental del Instituto de Estudios Ambientales. Manizales. Colombia). Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/54103/1/concretoecologicoapartirdematerialpetvidrioytapasdebebidarefrescantesyalcoholicas.pdf>
- Portocarrero, C. (2012). *Diseño de una turbina propeller utilizando plásticos reciclados reforzados con madera recuperada*. (Disertación de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3418>.
- Rojas, J. (2015) *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico* (Disertación de grado,